№ 4 Warszawa, 25 kwietnia 1939 r. Rok XVII

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 6. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

Inż. St. KRUSZEWSKI, jr.

ROZCHÓD CIEPŁA W PIECU SZKLARSKIM.

Jednym z najpoważniejszych czynników wpływających na cenę wyprodukowanego szkła jest paliwo, stanowi ono przeciętnie około 25% kosztów własnych. Każda nawet procentowo niewielka oszczędność w zużyciu węgla ma więc zasadnicze znaczenie.

Bilans cieplny układu pieca szklarskiego ma na celu wskazanie źródeł najpoważniejszych strat, ile ciepła potrafimy uzyskać i często pozwala wnioskować jak zwiększyć wydajność, a zmniejszyć niepotrzebne straty.

Dane bilansu cieplnego nie są łatwe do ustalenia, obok wielkości dokładnie znanych, lub dających się ustalić z zadawalającą dokładnością, jak zużycie paliwa, wszelkie wymiary układu piecowego, skład gazów, a nawet temperatury w poszczególnych punktach, napotykamy na znaczne trudności przy wyliczeniu ilości ciepła potrzebnego do wytopienia szkła.

Musimy tu znać ciepło rozkładu surowców *(Na_2CO_3, $CaCO_3$)* i odparowania wilgoci, dalej ilość kalorii potrzebną do podegrzania szkła do odpowiedniej temperatury i choć ciepło właściwe wielu szkieł zostało dokładnie zmierzone — nie znamy ciepła właściwego topiących się surowców; dalej, trudno jest określić jakie ilości ciepła pochłania proces sklarowania szkła.

W dalszym ciągu niełatwo jest zmierzyć objętość gazów, przepływających w poszczególnych punktach pieca; zawsze przez nieszczelności ścian i często przez otwory piecowe dostaje się do środka „fałszywe" powietrze.

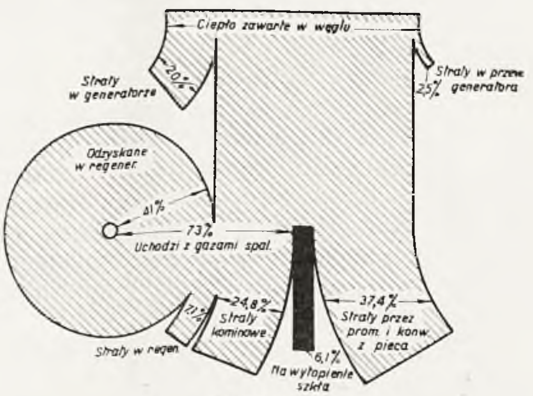
Obliczenie strat ciepła przez promieniowanie i konwekcję oparte na empirycznych wzorach, dalekie jest od dokładności.

Trudności te jednak i niedokładności nie zniekształcają bilansu cieplnego, który wypełnia swe zadanie, wskazując przybliżone wartości i kierunki rozchodu ciepła.

H. S. Y. Gill [1]) przeprowadził, w jednej z większych i nowocześnie urządzonych hut angielskich, pomiary ustalające bilans cieplny pieca wannowego.

Produkowane szkło przeznaczone było do całkowicie automatycznego wyrobu żarówek elektrycznych (automat Westlake), pojemność pieca 50 *t*, produkcja tygodniowa 55 *t*, temperatura topienia szkła — 1390° *C*, maszyna czerpie w temp. 1150°.

Rozchód ciepła w piecu szklarskim.



Rys. 1

Zużycie węgla wynosiło 48 *ton/tydzień;* gaz otrzymywany w generatorze Morgana (jest to generator o niewielkiej stosunkowo powierzchni zgazowania, ale dużej wydajności, dzięki ciągłemu mieszaniu ładunku).

Wyniki pracy kształtują się następująco: za 100% przyjęto ciepło zawarte w węglu ładowanym do generatora.

Straty w generatorze.

(a) przez prom. i konw. z generatora	19.8%	
(b) przez prom. i konw. z przewodów do wentyla zwrotnego.	2.5%	22.3%

Ciepło potrzebne do otrzymania szkła.

(a) na przeprowadzenie reakcyj	0.3%	
(b) na podgrzanie do temp. pracy (1150°)	6.1%	
(b') na podgrzanie do temp. topienia (1390°).	(7.4%)	6.4%

[1]) Journ. Soc. Gl. Techn. 319, 19, (1935)

Straty w piecu.		
(a) przez prom. i konwekcję ze ścian pieca	25.7%	
(z tego przez sztuczne chłodzenie powierzem) . . .	(14.5%)	
(b) z dna	4.2%	
(c) z otworu roboczego . . .	0.9%	
(d) ze sklepienia	3.0%	
(e) niewliczone straty z kąpieli	3.4%	37.2%
Straty w regeneratorze.		
(a) z regeneratorów przez prom. i konw.	4.9%	
(b) z kanałów doprowadzających.	2.2%	7.1%
Straty kominowe.		
(a) w kanałach	11.1%	
(b) do komina	13.6%	24.7%
Razem. .		97.7%

Suma rozchodu bliska 100% wskazuje na dobry wynik pracy, ponieważ żadna z danych nie była określona jako dopełnienie do 100.

Widzimy więc że zaledwie 6.1% ciepła zostaje spożytkowane do właściwego celu (biorąc pod uwagę temperaturę szkła już oziębionego do warunków roboczych) — resztę stanowią straty.

Graficzne przedstawienie tych danych (rys. 1) wskazuje na wielkie znaczenie regeneracji — 73% ciepła spalanego węgla uchodzi z pieca z gazami odlotowymi dzięki regeneracji 41% zawraca spowrotem. Generatory pracowały dobrze z wydajnością 57% (stosunek odzyskanego ciepła w podgrzanych gazach do ciepła zawartego w gazach spalinowych opuszczających piec.

Ciekawe jest zestawienie tych danych z wynikami innych badaczy [2]).

Badania przeprowadzane były w różnych piecach i o różnym paliwie, dają więc wskazówkę jak zmienia się wydajność pieca w zależności od jego wielkości, produkcji i rodzaju paliwa.

Wartości podane są w procentach zawartości cieplnej gazu przy torterze (zaworze zwrotnym).

Najwyższa wydajność pieca II-go niewątpliwie jest do zawdzięczenia jego dużej produkcji (100 *t* szkła dziennie) i tu należy pamiętać, że maksymalna produkcja możliwa do osiągnięcia z danego pieca idzie w parze z największą jego wydajnością cieplną.

Małe straty w regeneratorze pieca I-go nie są niczym nadzwyczajnym, bowiem jedynie powietrze było tu podgrzewane (gaz koksowniczy), wydajność regeneratora wynosiła w tym wypadku tylko 28%.

Jak widać z zestawienia kierunki rozchodu kształtują się podobnie: wydajność pieca średnio 10 — 15%

straty przez promieniowanie i konwekcję 50 — 60%;

straty kominowe 30 — 40%;

Zgodność ta jest tym cenniejsza, że wyniki osiągnięte były w różnych krajach (Anglia, Niemcy, St. Zjedn.) i przez różnych badaczy.

Najwięcej ciepła ucieka bezpośrednio z pieca przez promieniowanie i konwekcję z powierzchni zewnętrznej. Zdawałoby się nic prostszego jak zapobiec temu dając odpowiednio grubą warstwę izolacji. Jednak szkło atakuje silnie wyłożenie ogniotrwałe pieca, tak fizycznie, jak i chemicznie, korozja ta w bardzo silnym stopniu wzrasta z temperaturą; jeśli ściana nie jest izolowana to spadek temperatury na jednostkę grubości ściany jest znaczny, szkło przenikające porami wgłąb ogniotrwałego bloku zastyga, jeśli natomiast ścianę zaizolujemy to spadek temperatury wpoprzek bloku będzie powolny i szkło może wędrować głęboko, ciągle płynne i reagujące z materiałem ogniotrwałym. Tak więc niewłaściwe izolowanie w znacznym stopniu skrócić może życie pieca — oszczędność na paliwie zupełnie się wtedy nie opłaci.

Natomiast przez izolowanie sklepienia, które ne ulega bezpośredniemu działaniu korozyjnemu szkła, w przypadku pieca VI-go, połowę zmniejszono straty ciepła tą drogą; należy też zwrócić uwagę, że straty ze ścian regeneratorów i kanałów doprowadzających były niewielkie (9,1%), dzięki dobrej izolacji.

Jeśli ściany pieca izolujemy, a jednocześ-

[2]) W. Mullensiefer, Glastechn. Ber. 188, 7 (1929/30) A. E. Badger, V. C. Fugman i H. I. Vormelker, Glass Ind. 5, 16 (1935). W. Friedmann, Glastechn. Ber. 593, 10 (1932). R. Dralle i G. Keppeler, Die Glasfabrikation, 387, 528, 1, Berlin (1926).

		I	II	III	IV	V	VI
Pojemność pieca *t*.		346	300	—	—	—	55
Produkcja szkła *t/dzień*		19	100	—	—	—	7
Rodzaj paliwa		gaz koks.	gaz ziemny	gaz generat.	gaz generat	gaz generat.	gaz generat.
Rodzaj produkcji		szkło taflowe	szkło szybowe	szkło szybowe	szkło taflowe	szkło szybowe	żarówki elektryczne
Wydajność pieca	% %	10.0	19.1	11.5	12.8	18.0	7.9
Straty przez prom. i konw.	% %	61.0	62.6	50.0	54.5	50.3	57.1
(a) z pieca	% %	57.8	50.6	38.0	—	46.2	48.0
(b) z regeneratorów	% %	3.0	12.0	12.0	—	4.1	9.1
Straty kominowe	% %	29.0	18.3	38.5	32.7	31.7	32.0

nie będzie sztucznie chłodzić powietrzem, lub wodą (we wbudowanych przewodach) to ciepło pobrane przez czynnik chłodzący można wykorzystać, np. wodę użyć do zasilania kotła.

Boucher we Francji zastosował podwójne sklepienie, wtórne powietrze przechodząc pomiędzy dwoma ścianami podgrzewa się — jest to więc rodzaj rekuperacji. W Niemczech probują nad sklepieniem zawieszać wężownice z płynącą wodą i tą drogą odzyskać część ciepła promieniującego z pieca.

Straty kominowe również można zmniejszyć przez częściowe wyzyskanie ciepła do innych celów.

Gazy spalinowe opuszczają regenerator w temperaturze 500° — 600° *C*, a rekuperator nawet powyżej 600°, dla uzyskania naturalnego ciągu gazy w kominie muszą mieć około 300° — można więc oziębić gazy od 500° do 300° np. w systemie kotła wodnorurkowego na niskie ciśnienie, lub podgrzewając wodę. Należy tu jednak zachować umiar, zbyt silne oziębienie gazów utrudni właściwe prowadzenie pieca i może zajść potrzeba zastosowania sztucznego ciągu.

W przypadku pieca V-go wykorzystano ciepło gazów odlotowych, tak że z 32% ciepła zawartego w węglu, które uchodzi z gazami z regeneratora, odzyskuje się 11,5%, zmniejszając straty kominowe do 20.5%.

Trzeba pamiętać że wspomniane wyżej wyniki osiągano w dużych piecach wannowych ze znaczną produkcją szkła — pobieranego szybko przez automatyczne maszyny; w Polsce przy naogół mniejszej produkcji szkła z jednego pieca (półautomaty i ręczna praca) wydajność cieplna pieców prawdopodobnie nie osiąga 10%.

W przypadku pieców donicowych o niewielkiej i periodycznej produkcji szkła, wydajność cieplna wynosi zaledwie 2 — 4%.

PARA, CZY WODA GORĄCA POD CIŚNIENIEM DO CELÓW GRZEJNYCH Z SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM PRZEMYSŁU WŁÓKIENNICZEGO.

Jako czynnik przenoszący ciepło, potrzebne w procesach fabrykacyjnych powszechnie używaną jest para wodna. Czynnik ten został narzucony niejako od chwili, gdy przez wprowadzenie maszyny parowej zmechanizowano przemysł na wielką skalę. Stawiano kotłownie wysokoprężne dla napędu maszyn parowych i kotłownie niskoprężne dla pokrycia zapotrzebowania ciepła. Następnie w dobie stosowania wysokich ciśnień w zmodernizowanych instalacjach para o wysokiej prężności oddaje lwią część swego ciśnienia w silniku parowym, stwarzając moc, aby następnie oddać resztę swego ciepła, w poziomie niskiego ciśnienia, procesom fabrykacyjnym.

W instalacjach średnich i małych odbiór pary z silnika parowego ogranicza się do sezonu zimowego, kiedy odbierana para służy do ogrzewania pomieszczeń; istnieje wreszcie dużo takich instalacji, które zapotrzebowanie mocy pokrywają z sieci, a kotłownia produkuje ciepło tylko dla fabrykacji. Zawsze jednak czynnikiem przenoszącym to ciepło jest para wodna.

Zgłoszono szereg patentów kilku firm, które wprowadzają zamiast pary wodnej, jako czynnik obiegowy wodę gorącą, t. j. powyżej 100° *C* pod ciśnieniem odpowiednio wysokim, by utrzymać ją w stanie ciekłym. System ten posiada dużo zalet i pociąga za sobą daleko idące konsekwencje w ruchu fabryki.

Trzeba wpierw zwrócić uwagę na własności fizyczne wody gorącej i pary wodnej, a w szczególności na zawartość cieplną 1 m^3 każdego czynnika. Do tego celu posłuży następująca tabelka.

Ciśn. *ata*	Temp. pary nas. °*C*	Ciężar wody kg/m^3	Ciężar pary kg/m^3	Zawartość ciepl. Kal/m^3	
				wody	pary
1	119,6	944	1,107	112905	716
5	158,1	909	3,104	144894	2048
10	183,3	883	5,516	163993	3658
20	215,6	845	10,31	185224	6888
224	374	322,6	322,6	156396	156396

Z tabeli tej widocznym jest, że np. przy ciśnieniu 10 *at* zawartość cieplna 1 m^3 wody jest 45 razy większa niż zawartość cieplna tej samej objętości pary. Już ten wzgląd daje dużo do myślenia, gdyż szukając czynnika do transportu ciepła, rozglądamy się za takim czynnikiem, który najwięcej ciepła mieści w jednostce objętości. Jest to ważnym ze względu na przekrój rurociągów. Niestety działa tu też inny wzgląd przemawiający na niekorzyść wody. Oto szybkość przepływu wody musi być około 10 razy mniejszą niż dopuszczalna dla pary. Z powyższej tabeli łatwo można jednak wywnioskować, że mimo to przekrój rurociągów wodnych wypada mniejszy, niż parowych w granicach ciśnień, normalnie używanych w ogrzewnictwie.

Przed szczegółowym zestawieniem wad i zalet, rozpatrzmy zasadniczy schemat instalacji wodnej. Podstawą pozostaje kocioł pra-

cujący pod ciśnieniem z tą różnicą, że zamiast pary odbiera się z niego wodę. Dostaje więc dwa króćce, z których jednym dopływa doń ochłodzona woda, drugim odpływa gorąca. Poza tym budowa kotła jest niezmieniona. Gorąca woda płynie do miejsc zapotrzebowania ciepła, następnie w zamkniętym obiegu wraca do kotła. Dla utrzymania tego obiegu i pokonania oporu przepływu służy pompa przetokowa. Schemat jest prostszy, niż przy parze, bo odpadają garnki kondensacyjne i służące im odgałęzienia rurociągów. Sieć rurociągów grzejnych wraz z kotłem stanowi dużą pojemność wodną trwale zapełnioną wodą. Zmiany objętości tej wody, wywołane zmianą jej temperatury, wchłania przestrzeń parowa w kotle, która pozostaje po dawnemu.

Jeżeli wziąć pod uwagę przeprowadzony na wstępie podział ze względu na gospodarkę siłowo - cieplną, to odrazu trzeba powiedzieć, że zastosowanie systemu wodnego ogranicza się głównie do tych fabryk, które biorą moc z sieci, a wytwarzają same jedynie ciepło dla fabrykacji.

Istnieją wprawdzie instalacje, w których kocioł daje parę wysokoprężną do silnika, a parę odbieraną z silnika zamienia się w wymiennikach cieplnych na wodę gorącą, ale są to instalacje skomplikowane i niewygodne w ruchu. Założeniem dla wprowadzenia systemu wodnego jest przekonanie, że prąd z sieci jest dostatecznie tani i wygodny, by go nie opłacało się produkować w własnym zakładzie, że natomiast główny nacisk należy położyć na osiągnięcie ogólnej ekonomii cieplnej przez należyte dostosowanie ilości ciepła dostarczanej procesom fabrykacji, do tej ilości, której one rzeczywiście potrzebują, jednym słowem przez polepszenie sprawności cieplnej samych procesów grzejnych.

Para, jako czynnik grzejący, ma różne wady. Transport pary odbywa się kosztem spadku ciśnienia, ciśnienie zaś pozostaje w ścisłym związku z temperaturą. W ogrzewaniu chodzi nam o temperaturę, a musimy operować ciśnieniem. Jeżeli zdala od kotłowni jest miejsce zapotrzebowania ciepła, to kocioł musi być trzymany na ciśnieniu, odpowiednio większym dla pokrycia tej odległości, podczas gdy grzejniki w pobliżu kotłowni muszą otrzymywać parę zdławioną, a więc przeważnie przegrzaną, gorzej oddającą ciepło. Wszelkie zanieczyszczenia pary przy ogrzewaniu bezpośrednim, a szczególnie smary mogą być dla produkcji katastrofalne.

Jak powiedziano wyżej w systemie wodnym kocioł pozostaje jak dawniej, kotłem z przestrzenią parową z tą różnicą, że nie odbiera się z niego pary tylko wodę gorącą. Wydajność cieplna kotła jest przy takiej pracy większa. Jeżeli odbiera się z kotła parę, tworzą się na powierzchni ogrzewalnej bańki pary, utrudniające przepływ ciepła od spalin do wody, a cyrkulacja wody w kotle jest wywoływana (poza specjalnymi konstrukcjami) jedynie różnicą ciężarów właściwych wody i mieszaniny wody z parą. Jeżeli zaś odbiera się z kotła wodę, wówczas bańki parowe nie powstają z powodu silnej przymusowej cyrkulacji wody, która równocześnie polepsza współczynnik przewodnictwa. Weźmy dla ilustracji tego kocioł płomienicowy 100 m^2 p.o. o zawartości wody okrągło 10 m^3. Kocioł taki normalnie odparowuje 2200 *kg/godz,* czyli dla zmiany jego zawartości wodnej potrzeba 4,5 godziny. Pracując odbiorem wody z kotła otrzymujemy obraz zupełnie inny: 2200 *kg* pary (10 *at),* stanowi około 1 460 000 *Kal.* Przyjmujmy, że woda gorąca ochładza się w fabryce o 50° *C;* tyleż ciepła musi być oczywiście wytworzone w kotle, czyli przy tej samej produkcji cieplnej kotła trzeba przez kocioł przetłoczyć blisko 30 m^3 wody. W ciągu godziny więc objętość wodna kotła zmienia się trzy razy, zatem cyrkulacja jest 13,5 razy szybsza. Jest więc prawdopodobnym, że wydajność i sprawność kotła wodnego są wyższe. Kocioł pracuje wodą czystą, zatem czyszczenie kotła odpada i konserwacja jest lepsza.

Pompa przetłaczająca jest specjalnej konstrukcji i wykonana z specjalnych materiałów. Ponieważ zapotrzebowanie ciepła, o co zatem idzie ilości przetłaczanej wody jest zmienne, więc zasadniczo potrzebnym jest zespół przynajmniej dwu pomp, których dymensjowanie ma zasadniczą wagę, by pompy pracowały ekonomiczną wydajnością.

Odnośnie zalet samego oddawania ciepła przez wodę gorącą, to najważniejsze z nich są: możność szeregowego łączenia miejsc zapotrzebowania wg. potrzebnych temperatur, duża pojemność cieplna całego zespołu grzejącego i łatwość regulowania żądanych temperatur. Systemy tej regulacji są ochronione patentami. Polegają one na tej zasadzie, że wodę rurociągu dopływowego miesza się w odpowiednim stopniu z wodą powrotną, t. j. ochłodzoną. Proces oddawania ciepła przez wodę ma ponadto analogiczne zalety w porównaniu do grzania parą, jak proces pobierania ciepła przez wodę w kotle wodnym w porównaniu do odparowywania w kotle parowym: cyrkulacja wody wymuszona działaniem pompy stwarza lepsze warunki przepływu ciepła; w obrębie całej powierzchni, względnie objętości ogrzewanej utrzymuje się jednakowa temperatura. Wreszcie woda gorąca nie ma tego związku między ciśnieniem a temperaturą jak para; nie zachodzi więc potrzeba budowy oddzielnych rurociągów i trzymania kotłów, czy przewodów o różnych ciśnieniach. Decydującym jest ciśnienie, odpowiadające najwyższej żądanej temperaturze; woda o tym ciśnieniu może mieć wyregulowaną każdą dowolną temperaturą niższą.

Jeżeli chodzi o ogrzewanie pomieszczeń, to prowadzenie przewodów wodnych jest znacznie uproszczone. Nie trzeba liczyć się z różni-

cami poziomów i położeniem grzejników. Odpadają urządzenia i przewody kondensacyjne. Można użyć do ogrzewania wodę powracającą z grzejników fabrycznych, gdyż posiada ona temperaturę zwykle wyższą od 100°. Rurociągi stale napełnione wodą podlegają mniejszemu rdzewieniu, niż wtedy, gdy resztki skroplin w nich stykają się z powietrzem.

Niestety znajdują się zwykle takie miejsca w fabrykacji (bębny, kalandry), w których bezwzględnie musi być zastosowana para np. z powodu ciężaru wody. Wtedy parę tę trzeba wytwarzać w wymiennikach cieplnych, posługując się, jako czynnikiem grzejnym gorącą wodą lub pobierać ją z kotła, względnie przez rozprężanie gorącej wody. Oczywiście traci się wtedy te korzyści, jakie wynikają z zamknięcia obiegu wody. Stratę wody trzeba uzupełniać.

Jedną z zalet systemu wodnego jest ta, że sieć rurociągów wraz z kotłem stanowi zasobnicę cieplną. Do tego zespołu można łatwo włączyć stare kotły, jako cieplarki, zwiększając w ten sposób wydatnie zakumulowane ciepło. Przy silnie wahliwych obciążeniach cieplnych farbiarni ma to duże znaczenie. Szczyty obciążenia odbijają się na kotle tylko w ten sposób, że do kotła dopływa woda o niższej temperaturze. Natomiast ciśnienie pozostaje bez zmiany i układ temperatur zmienia się w małych granicach. Wyrównanie obciążenia kotłowni powoduje, że kotłownie silnie przeciążone, jako parowe, jako wodne pracują lekko, a nawet ilość kotłów czynnych może być zmniejszona. W przemyśle włókienniczym jest duże zapotrzebowanie na wodę gorącą (krochmalarki, bielnik, farbiarnia, mycie). W istalacji parowej wiele godzin przed początkiem pracy podpala się kotły i wcześniej przychodzący robotnicy, muszą nagrzewać poszczególne aparaty i maszyny, uruchamiać podgrzewanie wody użytkowej i przez wolne otwieranie wentyli nagrzewać sale. W systemie wodnym wszystkie te czynności przygotowawcze albo stają się zbędne wobec pogotowia cieplnego cieplarek, albo przesuwają się na godziny nocne, jeżeli chodzi o wodę użytkową. Mianowicie woda z kotła cyrkuluje w nocy przez system grzejny, umieszczony w zbiorniku z wodą użytkową. Trzeba jednak zaznaczyć, że zalety układu z dużym zasobem ciepła przestają działać, jeżeli fabryka pracuje nieregularnie np. dwa lub trzy dni w tygodniu. Oczywiście dokładna izolacja byłaby tu rzeczą dużej wagi; mimo niej jednak niepodobna uniknąć sporych strat na promieniowanie, a bezwładność cieplna systemu o dużej pojemności tworzyłaby nowe trudności ruchowe. Nie można też pominąć milczeniem, że wprowadzenie systemu wodnego w farbiarni równa się przejściu od powszechnie stosowanego ogrzewania bezpośredniego kuf parą do pośredniego przez grzejniki wodne. Ogrzewanie pośrednie jest korzystnym przez to, że rozczyn farby nie zmienia się przez rozrzedzenie go skroplinami. Ponadto wg. badań Prof. Eberle ilość ciepła dostarczana farbiarniom parowym przewyższa kilkakrotnie ich właściwe zapotrzebowanie. Dzieje się to dlatego, że robotnik śpieszy się z zagotowaniem rozczynu farby i dopuszcza parę jeszcze wtedy, gdy potrzebna temperatura jest już dawno osiągnięta, w ten sposób powoduje silne opary, które są stratą cieplną farbiarni. Ogrzewanie pośrednie, zwłaszcza wodne można łatwiej zautomatyzować i uniezależnić od obsługi.

Znalazłem w literaturze taką kalkulację ekonomii: przyjmijmy (w systemie parowym) sprawność kotłowni na 70%, t. j. 70% ciepła zawartego w węglu przechodzi do pary. Straty w przewodach, kondensacja, często zdarzające się złe dymensjonowanie rurociągów wynoszą 10%, jak to wykazały liczne pomiary. Nieszczelność garnków kondensacyjnych i ogólne straty powrotu skroplin ocenia się na 20%. Sprawność więc całkowita obiegu: węgiel, woda, para, oddawanie ciepła, skropliny, powrót dochodzi najwyżej do 50%. System wodny pracuje zupełnie bez strat poza kotłem, a i sprawność kotła jest lepsza. Jako korzyści obiegu wodnego można więc wymienić: 1) pełne wykorzystanie ciepła z kotłowni, ponieważ kocioł i ogrzewanie stanowią zamknięty system, 2) oszczędności ruchowe z powodu braku garnków kondensacyjnych, 3) krótki okres nagrzewania dla aparatów gotujących (ciepła woda), 4) dokładna regulacja ilości doprowadzanego ciepła, 5) utrzymanie stałego składu rozczynu farby skutkiem ogrzewania pośredniego, 6) nagrzewanie rozczynu bezdźwięczne, 7) małe tworzenie się oparów, 8) łatwiejszy pomiar ilości i kontroli zużywanego ciepła, 9) wykorzystanie zespołu kotłów i przewodów, jako zasobnicy cieplnej.

Ekonomię wyraża cyfrowo sprawozdanie Prof. Aschoffa (Die Wärme r. 1931 str. 788). Odnosi się ono do farbiarni (Stückfärberei).

	V_1	V_2	N	N_1
Przerób *sztuk/rok*	35300	36000	23000	30700
Zużycie węgla *t/rok*	3735	3780	2175	2175
Zużycie węgla *kg/sztukę*	106	105	94,5	70,8
Przerób (odnies. do V_1) %	100	101,7	65,2	87
Zużycie węgla (odnies. do V_1) %	100	101,4	58,2	58,2
Zużycie węgla w *kg/sztukę* odnies. od V_1 %	100	99	89	66,8
Oszczędność na węglu w porównaniu do V_1	—	1	11	33,2

Kolumny V_1 i V_2 odnoszą się do dwu lat przed przebudową farbiarni na obieg wodny. Kolumna N podaje cyfry po przebudowie. Widocznym jest, że przerób spadł w tym

roku — z innych powodów. Mimo to rok ten wykazuje oszczędność na węglu 11%. Sądząc po ilości przygotowanej farby w tym roku możnaby w niej przerobić więcej sztuk towaru. Przeliczenie to podaje kolumna N_1. Gdyby więc farbiarnia była w pełni wykorzystana, oszczędność na węglu wyrażałaby się cyfrą 33.2%.

Drugi przykład cyfrowy (Melliand - Textilberichte r. 1933 Nr. 10 inż. E. Kolle) odnosi się do bardziej złożonej fabryki włókienniczej, w której po przebudowie moc pobierano z elektrowni, a tylko cieplne zapotrzebowanie fabryki pokrywano własną kotłownią. Głównym motywem przejścia na obieg wodny były uszkodzenia kotłów spowodowane złą wodą zasilającą. Działy fabryki potrzebujące ciepła są: silnie obciążona farbiarnia, suszarnia i wykończalnia (4 suszarki bębnowe o 1 — 13 bębnach, suszarka, 3 kalandry z jednym walcem grzejnym, suszarka nici i t. d.). Po przebudowie zatrzymano kotły wodnorurowe, napędzające maszynę parową, a dwa kotły płomienicowe połączone szeregowo, tak, że jeden służył tylko, jako cieplarka, bez przestrzeni parowej. Przegrzewacze zamieniono na podgrzewacze, skierowując przez nie powracającą wodę. Później dodano jeszcze jeden kocioł płomienicowy, jako cieplarkę. Zastosowano dwie pompy obiegowe. W farbiarni zaopatrzono kufy i wszystkie aparaty w zamknięte wężownice grzejne. Ponadto ustawiono na wyższym poziomie zbiornik 10 m^3 z wężownicą grzejną na wodę gorącą. Woda ta miała służyć, jako woda użytkowa. W innych oddziałach fabrycznych wszystkie aparaty i maszyny zostały przyłączone do sieci rurociągów z gorącą wodą z wyjątkiem kilku, które by nie wytrzymały ciężaru napełnienia wodą. Dla nich ustawiono oddzielny kocioł — wymiennik ciepła, w którym produkowano parę przez ogrzewanie wodą gorącą z obiegu. Uzyskane z tych maszyn skropliny wracały do wymiennika ciepła najkrótszą drogą, zatym bez znaczniejszych strat. Ogrzewanie pomieszczeń nie spowodowało poważniejszych trudności. Firma dokonująca przebudowy zagwarantowała 20% oszczędności na węglu. Przed przystąpieniem do przebudowy fabryki ustalono metodę określenia tych oszczędności. Wybrano drogę pomiarowo - przeliczeniową dla uniknięcia żmudnych i kosztownych pomiarów. Ustalono, że przed, jak i po przestawieniu fabryki będą prowadzone pomiary przy wyrobie możliwie jednakowych gatunków towarów. Dla uniknięcia wpływu ewent. zmian w produkcji, które mogłyby zachwiać podstawami porównania, ustalono następujące postępowanie: podczas obu pomiarów będą notowane dokładne czasy pracy poszczególnych miejsc zapotrzebowania ciepła obok przerobionego towaru, w farbiarni mierzoną będzie ilość ogrzewanej farby, czas ogrzewania, podniesienie temperatury i t. p. Na podstawie tych pomiarów i na podstawie cyfr doświadczalnych będzie w obu wypadkach w taki sam sposób określone zapotrzebowanie ciepła przez fabrykację, a z porównania tak znalezionej cyfry z ilością ciepła w spalonym węglu, będzie określone procentowe wykorzystanie ciepła w systemie parowym i wodnym. W ten sposób widoczną się stanie oszczędność na węglu. Błędy w obliczeniowo ustalonym zapotrzebowaniu ciepła w obu pomiarach winny się wyrównywać, gdyż w obu razach obliczenie to opierać się będzie na tym samym kluczu. Ogrzewanie pomieszczeń ze względu na trudny do ustalenia wpływ temperatury zewnętrznej ma być z pomiaru wyłączone. Przeprowadziwszy pomiary w ten sposób przed przebudową fabryki otrzymano następujące cyfry: Zużycie ciepła 11,5 *mio kcal*, ilość ciepła dostarczonego w węglu 21,9 *mio kcal*. Użytecznie wykorzystano więc 52.5%. Analogiczne pomiary po przebudowie dały cyfry: (z dwu dni) zużycie ciepła 6,5 (8,6) *mio kcal*., doprowadzono w formie wody gorącej 7,5 (10,6) *mio kcal*, wykorzystanie użyteczne podniosło się do 81 — 87%, średnio 84,8%. Wyliczona oszczędność węgla wypadła 37%. Uderza tu porównanie niewspółmiernych wielkości: mianowicie ilości ciepła doprowadzonej w węglu (przed przebudową) z ilością ciepła doprowadzoną w wodzie gorącej (po przebudowie). Wygląda to tak, jak gdyby w drugim wypadku nie uwzględniono sprawności kotła. Oszczędność na węglu sprawdzono jeszcze w dwojaki sposób: 1) porównano zużycie węgla na 1 *mio kcal*, obliczeniem określonego ciepła użytecznego, 2) porównano zużycie węgla w obu pomiarach z uwzględnieniem stopnia zatrudnienia fabryki. Oba te przeliczenia kontrolne wykazały oszczędność na węglu 36 wzgl. 38%. Podwyższenie sprawności samego kotła wyniosło 3.5%. W dalszym ciągu instalacja pracowała zadowalająco, nie stwarzając trudności ruchowych.

W cytowanych czasopismach nie znalazłem uwag o wadach systemu wodnego. Dopatruję się w nim ogólnych trudności następujących: z szczelnością połączeń rurociągów i armatur, w pracy pomp przetokowych, gdyż muszą one stale pracować w temperaturze stukilkudziesięciu stopni. W farbiarni ogrzewanie pośrednie natrafia na główną trudność w dokładnym myciu grzejników przy przejściu na inny barwnik. Wreszcie koszta inwestycyjne są dość znaczne, jak to widać z opisanego wyżej przykładu przerobienia fabryki na obsługę wodą gorącą. O ujemnych stronach tego systemu, wynikłych z dużej bezwładności cieplnej całego układu grzejnego wspomniałem już wyżej.

Natomiast wydaje mi się, że ogrzewanie osiedli dalekosiężne jest właściwym działem do stosowania wody gorącej pod ciśnieniem. Nie należy się tu obawiać ujemnego wpływu

bezwładności cieplnej masy wody, a schemat przewodów ogromnie się upraszcza, oraz łatwiejszym jest pomiar ilości dostarczanego ciepła. Zagadnienie to jednak jest u nas muzyką przyszłości, choć przy budowie nowych osiedli w C. O. P. powinno by być już teraz wzięte pod uwagę. Nie mogę tu nie wspomnieć, że w czasie pobytu mego w Berlinie jeden z dyrektorów Bewagu zwracał nam w dyskusji technicznej uwagę, że przyszłość elektrowni leży w obsłudze klienteli nie tylko pod względem dostarczania mocy (czy światła) lecz również w pokrywaniu zapotrzebowanego ciepła i to nie tylko przez dzielnice miast, lecz też przez średnie i małe zakłady przemysłowe. Należy przypuszczać, że ciepło to dostarczane będzie opisanym systemem wody gorącej. Jest już w ruchu sporo takich instalacji w Niemczech. W ten sposób urządzoną centralę siłowo - cieplną ma Watykan. *J. K.*

NOWO-ZAKUPIONE STATKI Tow. „GDYNIA-AMERYKA LINIE ŻEGLUGOWE".

W lutym rb. został zakupiony przez Tow. GAL w Norwegii statek motorowy „Rio Negro" (obecnie przemianowany na m/s „Morska Wola), (rys. 1), oraz ukończono już pertraktacje w sprawie zakupu siostrzanego statku „Rio Pardo". Statki te zamierza eksploatować towarzystwo na linii obsługującej porty Ameryki Południowej.

Opis statku:

długość	—	306,5 stóp
szerokość	—	47,7 „
zanurzenie	—	23,5 „
nośność	—	4450 TDW
tonaż brutto	—	3121 BRT
„ netto	—	1859 NRT
szybkość	—	10 węzłów

Pomieszczenia pasażerskie — dla 12 pasażerów.

Klasyfikacja — Lloyd's Register of Shipping.

Rok budowy statku — 1924.

Stocznia — Fr. Krupp A. G. Kiel.

Motor główny — *moc 1900 KMi* typu Krupp 6- cylindrowy, 4-suwowy, pojedynczo działający, sprężarkowy, średnica cylindra 650 *mm*, skok 1000 *mm*, 115 *obr/min.*, ciśnienie maksymalne 38 kg/cm^2, ciśnienie średnie — 6,9 kg/cm^2 zużycie paliwa 140 *gr/godz. KMi*, chłodzenie koszulek i tłoków wodą morską. Motor jest typu starszego, a tym samym więcej skomplikowany w obsłudze i wymagający większej uwagi i starannej konserwacji. — Ze względu jednak na solidne wykonanie powinny te motory jeszcze dłuższy czas służyć bez zbyt kosztownych wkładów i reperacji.

Mechanizmy pomocnicze:
jeden motor Kruppa 2 *cyl.* 4-suwowy - sprężarkowy — 40 *kW;*
jeden motor Atlas 4 *cyl.* 2-suwowy - bezsprężarkowy — 100 *kW* (nowy)
jeden motor Götaverken 4 *cyl.* 4 suwowy - bezsprężarkowy — 110 *kW* (nowy).

Pompy — typu starszego konstrukcji poziomej.

Kocioł pomocniczy — starego typu Cochran, wyrobu Kruppa — ciśnienie robocze 5 kg/cm^2, opalany ropą.

Statek posiada 5 ładowni, przy czym ładownia Nr .2 i 3 oraz Nr. 4 i 5 przedzielone są jedynie drewnianymi przegrodami, co umożliwia ładowanie szyn kolejowych około 20 *m* długości. Urządzenia przeładunkowe obsługiwane są windami elektrycznymi fabrykacji angielskiej (Lawrence & Scott), zainstalowane



Rys. 1

w roku 1934. Winda kotwiczna f-my A. E. G. z r. 1924.

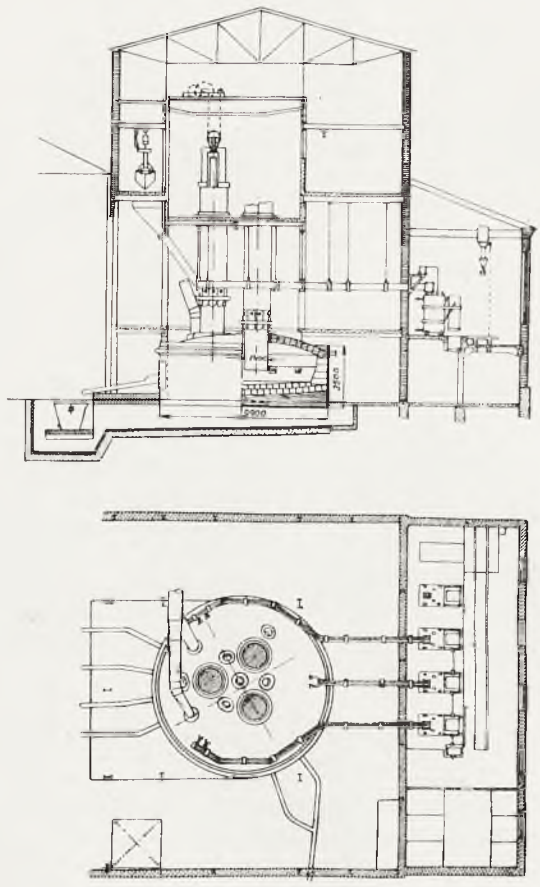
Pomieszczenia oficerskie w śródokręciu, marynarskie na rufie w kabinach 4 i 2 osobowych.

Statki te, uwzględniając rodzaj ładunków przewożonych z Polski do państw Ameryki Południowej — nadają się na przewidywaną dla nich trasę — zastrzeżenie budzić może mała stosunkowo szybkość (10 węzłów). Przy tak długich bowiem przebiegach możliwym będzie odbycie tylko trzech podróży w ciągu roku z nieznacznym „zapasem czasowym" na konieczne dokowanie, remonty i t. p. Ze względu jednak na to, że w niedługim czasie — postawione będą również na linię południowo - amerykańską statki towarowo - pasażerskie m/s „Sobieski" i m/s „Chrobry" o szybkości 17 węzłów — ostrość tego zagadnienia ważnego ze względu na silną konkurencję na tej trasie — będzie złagodzona. *B. W.*

KRONIKA TECHNICZNA.

1. Największy oporowy piec elektryczny na świecie [1]).

Opisując złoża rud miedzi w Outokumpu w Finlandii i ich przeróbkę, podaje autor dane o całkowicie ze względu na obronność (import węgla) zelektryfikowanej hucie miedzi na Imatrze. Koncentrat rudy o 20% Cu; 37% Fe; 25% S i 6% SiO_2 praży fabryka kwasu siarkowego w pobliżu kopalni. Proces prażenia redukcyjnego ($2\,Cu_2O + Cu\,S = 5\,Cu + SO_2$) przeprowadza się w trójfazowym piecu, podanym na rys. 1. Wsad zawiera 43% koncentratu nieprażonego, 38% prażonego, 6% $CaCO_3$ i 13% piasku kwarcowego. Dodatek stanowi 21% pyłu i 20% płynnego żużla z konwertorów miedziowych. Piec skonstruował inż.



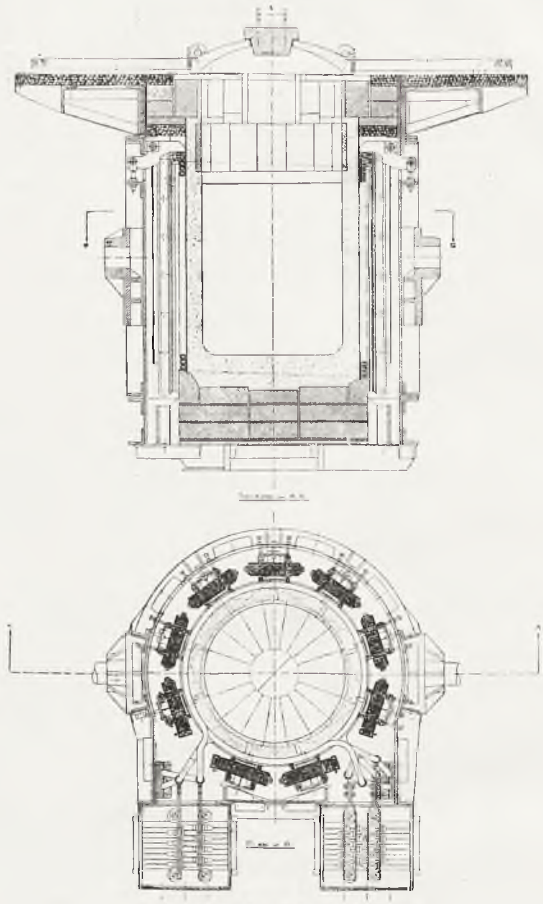
Rys. 1.

Rys. 1. Piec elektryczny do przetopu rud miedzi.

Vestly, wybudowała f-ma Det Norske Aktieselskab fo Elektrokemisk Industri w Oslo. Płaszcz pieca jest wykonany z blachy grub. 25 *mm* wzmocnionej dźwigarami. Trzon wymurowano z 60 *cm* szamoty i na to 70 *cm* magnezytu. Ściany boczne magnezytowe mają w dole 80, w górze 60 *cm* grubości; sklepienie szamotowe. W pasie 6 otworów spustowych i 2 żużlowych zamiast płaszcza wstawiono wodne chłodnice z miedzi, a dół pieca, gdzie niema chłodnic, oziębia się natryskiem wodnym. Ze względu na wydzielanie SO_2 piec jest zamknięty, a gazy wychodzą do urządzeń, przerabiających SO_2 na sprzedaż. Metalurgicznie piec pracuje, jak płomieniak, odznacza się jednak łatwą bardzo regulacją temperatury i małą ilością gazów i pyłu. Piec pracuje, jako oporowy — elektrody są zanurzone w żużlu, który stanowi opór grzewczy. Elektrody ciągłe Söderberga pracują na 70 — 120 *V* — zazwyczaj 105 — 115 *V*, pobierając 30 — 35000 *A* na fazę. Moc pieca 9000 *kVA*, rozchód energii 500 *kWh/t* wsadu. Przetop 250 — 300 *t/24 h*. Uzyskiwany stop zawiera 35 — 45% *Cu*.

2. Piece elektryczne w stalowniach europejskich [1]).

Autor podaje, że w Norwegii, Szwecji, Finlandii i Italii zastosowano do wytopu surówki z rud niskie



Rys. 1. Duży piec wysokiej częstotliwości z osłoną żelazną.

piece łukowe. Piece te mają trzy elektrody w szereg lub ustawione na wierzchołkach trójkąta i szczelny zasyp, przeznaczony równocześnie do chwytania gazów. Rudę o 50% *Fe* redukuje się koksem, zużywając na wytop tony surówki średnio 410 *kg* koksu (węgiel drzewny za drogi), 8,5 — 10 *kg* elektrod Soderberga oraz 2 400—2 600 *kWh* energii, która w przypadku wytopu surówek o wysokim *Si* dochodzi do 3000 *kWh/t*. Otrzymuje się na tonę ok. 700 m^3 gazu o 75/80% *CO* i wartości opałowej ok. 2500 $kcal/m^3$. Największe obecnie piece do wytopu surówki mają moc 12 000 *kVA*, nic nie stoi na przeszkodzie budowie większych pieców.

[1]) *E. Mäkinen, Metall und Erz, 35 (1938), str. 5/33.*

[1]) *D. F. Campbell, The Iron and Coal Trades Review 137 (1938) Nr 3 687 (28.X) str. 659/63 i 667.*

Do wytopu stali stosuje się najchętniej prosty trójfazowy piec Héroulta o trzech elektrodach, uznając pojemność 30 — 40 ton dla płynnego wsadu lub 20 *t* zimnego wsadu i moc 8/10 *kVA* za najbardziej celową. Najchętniej stosuje się hydrauliczną regulację elektrod, jakkolwiek i regulacja silnikami elektrycznymi nie została wyparta. Europejską konstrukcję charakteryzuje autor następującym zestawieniem:

Piec		*A*	*B*	*C*
Pojemność	*kg*	30 000	12 000	22 600
Moc	*kVA*	6 000	3 500	9 000
Napięcie pierw.	*V*	200/140	200/140	280/150
wtórne		120/85	120/85	162/86
Natężenie max.	*A*	19 500	11 200	23 000
Elektrody	∅	405 *mm* grafit	500 *mm* bezpost.	710 Söderberga
Sklepienie		stałe	ruchome	ruchome
Regulacja		elektr.	elektr.	elektr.
Trzon		stały	stały	obrotowy o 60°
Transformator		natur. cyrkulacja zewn.	jak *A*	Olej krąży do zewnętrznej chłodnicy wodnej
cos φ (bez pieca)		0,8	0,8	0,85

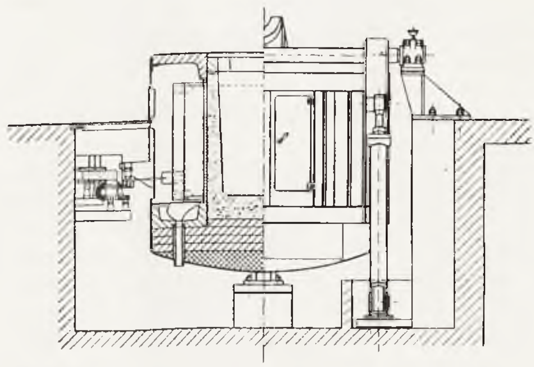
Dla przyśpieszenia ładowania złomu zastosowano ruchome sklepienie, z pod którego do ładowania wyjeżdża piec, lub rzadziej przez wychylenie sklepienia wraz z elektrodami. Złom ładuje się do kosza z giętkich blach stalowych, związanych w środku linką, która spala się w piecu i pozbawia tak kosz dna. W nowoczesnych dużych piecach ustawia się trzon na wałkach, umożliwiając przez specjalny mechanizm obracanie się trzona o kąt 60° wahadłowo. Ruch trzonu umożliwia szybsze topienie wsadu, a możliwe, że okażą się też i korzyści w okresie końcowym wytopu. W Europie pracuje się na zimnym wsadzie najchętniej w piecach 3 — 15 ton, natomiast do procesu „duplex" raczej buduje piece 25 — 30 ton. W prowadzeniu wytopu dokonano odkrycia, że gwałtownie utleniony metal można po ściągnięciu żużla fosforowego wykończyć i uspokoić przez szybkie i mocne przemieszanie z wolnym od tlenków żelaza żużlem.

Odsiarczenie udaje się przy zastosowaniu żużla z rudy i wapienia, jeżeli temperatura jest wysoka, a żużel bogaty w wapno a ubogi w krzemionkę. Odkrycia te bardzo skróciły czas trwania wykończenia wytopu po stopieniu wsadu. Tylko w przypadku austenitycznych stali chromoniklowych trzeba stal wytrzymywać długo pod białym żużlem karbidowym odtleniającym i uspakajającym.

Autor zaznacza, że wyłączność cegły krzemionkowej na sklepienia została poderwana, a dla wielu krajów jest bardzo ważną możność zastosowania cegły dolomitowej wykonanej z surowca, pozbawionego wolnego *CaO*.

W małych piecach do wytopu najlepszych stali stosuje się najchętniej elektrody grafitowe, w dużych elektrody Söderberga. Utrzymywanie specjalnych warsztatów do wytwarzania masy i ubijania elektrod Söderberga opłaca się zazwyczaj tylko w stalowniach o dużej ilości pieców. Elektrody Soderberga znoszą większą gęstość prądu, jak węglowe, ale mniejszą jak grafitowe.

Piece wysokiej częstotliwości rozpowszechniły się b. prędko i w ciągu ostatnich 10 lat zbudowano ich ponad 300 do celów przemysłowych i ponad 200 laboratoryjnych. Pierwotnie szkielet pieca był drewniany obecnie jednak ustąpiło drzewo miejsca ramie brązowej z osłoną cementowo-azbestową. W Niemczech zastosowano osłony miedziane lub żelazne do konstrukcji żelaznej, co powiększyło wymiary zewnętrzne pieców, ale zmniejszyło ryzyko strat naskutek przeżarcia tygla przez stal. Piece doby obecnej mają pojemność 0,25 — 8 ton i moc 100 — 1600 *kVA*. Zazwyczaj buduje się różnej wielkości piece, zasilane z tej samej aparatury elektrycznej w zależności od potrzeb. Większość pieców wysokiej częstotliwości stosuje się do zwykłego topienia, stosując kwaśną wyprawę. Zasadowa wyprawa zwłaszcza w piecach powyżej 2 ton sprawia trudności. W konstrukcji pieców dominują 3 sposoby: Korpusy małych pieców wykonuje się z materiałów niemagnetycznych, izolując naroża ram od siebie, by



Rys. 2. 5 tonowy piec wysokiej częstotliwości z osłoną miedzianą.

zupełnie uniknąć wtórnych prądów. Korpusy stalowe mają osłony żelazne pomiędzy zwojem indukującym, a konstrukcją nośną (rys. 1). To rozwiązanie powoduje duże koszty napraw w razie przeżarcia się stali. Trzecie rozwiązanie polega na zastosowaniu miedzianej osłony umieszczonej daleko od zwojów indukujących (rys. 2). Znane piece różnią się bardzo między sobą. Jedna ze stalowni europejskich ma prądnicę 1650 *kW* na 3000 *V* i 6000 *okr/sek*, która obsługuje 1 piec 8 tonowy, jeden 6-ciotonowy i 2 mniejsze. Piec sześciotonowy wytwarza wytop w ciągu 3 ½ godzin, zużywając 670 *kWh/t*. Piec 8 tonowy topi wsad 4 ½ godziny, pochłaniając 680 *kWh/t*. Jedna z stalowni angielskich pracuje na 2 prądnicach po 625 *kW*, 1125 *okr/sek*, 1500 *V*, mogąc zasilać piece albo z osobna, albo 3000 *V* i 1250 *kW*. Piece mają pojemność po 5 ton. Płynny wsad przerabia się na mocy 625 *kW*, stały w ciągu 5 ½ — 6^h na 625 *kW* lub $3\,{}^1/_2{}^h$ na 12500 *kW*. Instalacja 1500 *kW*, 2700 *V* i 1000 *okr/sek* dla pieca 5 ton pozwala wytopić stal w ciągu 3—4^h rozchodem ok. 600 *kWh/t*.

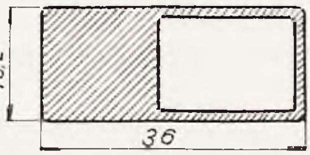
Ostatnio urządzono zabezpieczenia od wypadków, uziemniające wsad alarmujące w razie kontaktu wsadu ze swojem indukującym.

3. Doświadczalne wytopy w piecu indukcyjnym bezrdzeniowym o częstotliwości sieci normalnej [1]).

Średnica kąpieli pieca indukcyjnego bezrdzeniowego wyraża się wzorem $D = 500 \sqrt{\frac{\varsigma}{f}}$, gdzie ς o-

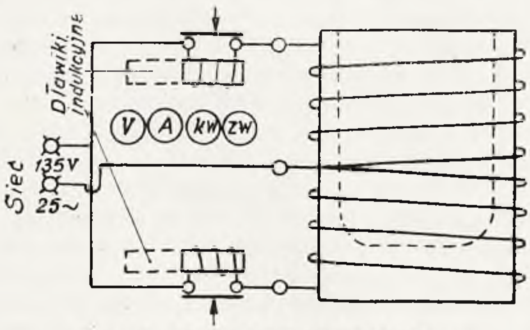
[1]) *G. Mars, Stahl und Eisen 58 (1938) Nr 31 i 32 str. 833/840 i 865/8.*

znacza przewodność właściwą wsadu w *omach/mm/m²*, a *f* częstotliwość w *okr/sek* (*Hz*). Dla częstotliwości 50 *Hz* i płynnej stali o $\varsigma = 1{,}60\ \Omega/mm/m^2$ wypada minimalna średnica 90 *cm*, a przy głębokości pieca równej średnicy oznacza to minimalną pojemność 4000 *kg*. Ze względu na małe piece, budowane w początkach ich zastosowania, rozwój pieca bezrdzeniowego poszedł drogą przez wysokie częstotliwości. Formuła *Esmarch'a* podaje mniejszy współczynnik jak formuła podana przez *Northrupa*. Piece o niskiej częstotliwości budowano jako próbne, ale ze względu na obciążenie przez nie tylko jednej fazy i dużą instalację kondensatorów były one b. niewygodne. Na podstawie prób z siecią o 25 *okr/sek* zbudowano wg konstrukcji p. Halásza pierwszy piec



Rys. 1. Przekrój przewodu cewki.

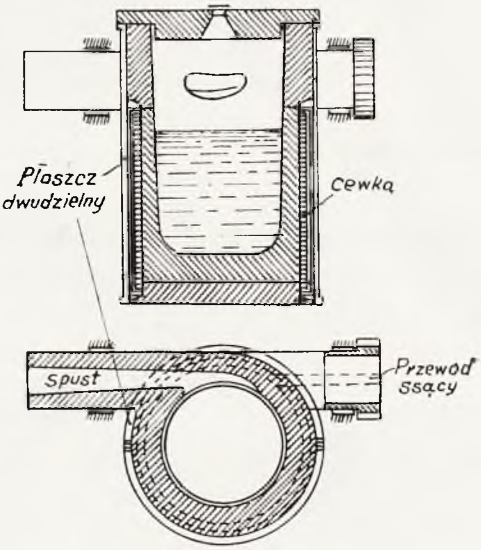
doświadczalny z cewką o dwu spiralach po 18 zwojów z rury 22 × 22 mm^2 zewnętrznie i 8 × 8 mm^2. Wysokość cewki wynosiła 91 *cm*, średnica 59/63,4 *cm*, chłodzenie zastosowano wodne. Szkielet drewniany otoczony płaszczem z cienkich blach żelaznych, o sumarycznej grubości 4 *cm* mieścił się w kadłubie z blachy żelaznej. Pojemność 1000—1200 *kg* wymagała mocy 1800 *kVA* i 160 *V* napięcia, niemniej jednak zimnego wsadu nie można było stopić, nawet gdy wstawiano w piec pierścienie odlane z resztek stali. Na podstawie tych prób zbudowano 2-gi piec doświadczalny wg projektu autora. Wychodząc z założeń sieci i dopuszczalnych oporów ukształtował autor przekrój uzwojenia wg rys. 1 i schemat pieca wg. rys. 2. Podział uzwojenia na 2 części miał na celu wpływanie na miejscowe opóźnianie to-



Rys. 2. Schemat instalacji pieca.

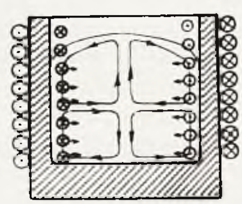
pienia, by nie dopuścić do przerw w masie stopionego wsadu. Piec sam skonstruowano wg rys. 3, kształtując go, jako piec próżniowy. Płaszcz wykonano z niemagnetycznej stali, szczelnie łącząc i izolując od siebie elektrycznie poszczególne części. Przez szczelne połączenie wlewnicy z otworem spustowym, jednak w sposób umożliwiający ruch obrotowy rury spustowej w krućcu wlewnicy można nie tylko wytop, ale i spust przeprowadzić pod próżnią

Topienie zimnego wsadu udawało się tylko wtedy, gdy znajdowała się w piecu choćby jedna sztuka, zajmująca cały przekrój, co doprowadziło do wstawienia w piec wspomnianych już raz pierścieni. Gdy osiągnięto działanie tych pierścieni jako przewodników do czasu utworzenia płynnej kąpieli, trzeba było tylko zważać by wsad nie stanął w piecu naskutek zlepienia się jego części nad stopionymi pierścieniami. Ruch kąpieli obrazuje schemat na rys. 4. Zestawienie podaje różne wyniki próbnych wytopów. Ładowanie odpadków blach płasko umożliwia ich stopienie



Rys. 3. Konstrukcja pieca próżniowego.

Nr. wytopu	Metal	Rodzaj wsadu	Ciężar *kg*	Stop. napełnienia pieca	Czas wytopu *min*	Zużycie prądu *kWh*	*kWh/t*
89	*Fe*	Pakiety cienkich blach	200	0,28	240	388	1940
88	„	Wiązki odpadków „	200	0,27	255	383	1915
82	„	Odpadki płaskowników	300	0,51	133	286	953
67	„	Pierścienie + złom kawałkowy	571	0,60	108	367	643
106	„	Płyn na dnie + złom kawałkowy	100	1,00	30	52	520
80	*Cu*	Płaskowniki	400	0,60	54	129	322
84	„	Cienkie blachy	500	0,60	65	160	320
79	„	Odpadki z odlewni	500	0,58	75	200	400
107	*Ni*	Płaskowniki	205	0,22	285	374	1850



Rys. 4. Schemat ruchu płynnego wsadu.

Metale o dużej przewodności można topić w znacznie mniejszych kawałkach. Pewne trudności wynikły z obecności wodoru z pary wodnej, skraplającej się na cewce. Uniknięto ich przez zastosowanie gorącej wody do chłodzenia cewki. Ze względu na wpływ wielkości części (wzór *Esmarcha*) trzeba stosować tym większe cząstki wsadu im mniejsza częstotliwość. Mała częstotliwość jest korzystniejsza w przypadku dużych kawałów i pracy na częściowo płynnym wsadzie. W miarę wzrostu pojemności pieca maleje ruch płynnego wsadu, ale w miarę zmniejszenia częstotliwości wzmaga się silnie ruch płynu, bez wpływu jednak na wyprawę pieca. Zestawiając bilans energietyczny pie

ca, stwierdza autor, że piec ma sprawność 56,9%. Badania przeprowadzono w f-mie M. Weiss, Budapest.

4. Badania porównawcze elektrod węglowych i grafitowych[1].

Dzięki temu, że elektrody grafitowe mają opór właściwy 4 — 5 razy mniejszy, jak elektrody węglowe, można je z uwzględnieniem wymiarów i ogrzania się obciążać w przybliżeniu trzykrotnie większym prądem, jak elektrody węglowe. Elektrody grafitowe zużywają się o połowę wolniej, jak węglowe pomimo większej sprawności elektrycznej elektrod grafitowych. W obróbce na kucie są elektrody grafitowe łatwiejsze dzięki miękkości i lekkości. Pomimo to nie wytrzymują elektrody grafitowe konkurencji, jako ok. 3,5 razy droższe od węglowych. Pomimo mniejszego zużycia elektrod grafitowych, mniejszego niszczenia wyprawy pieców, lepszej sprawności elektrycznej i mniejszego zużycia prądu kalkulują się elektrody grafitowe najczęściej gorzej od węglowych (w Niemczech gra rolę jeszcze samowystarczalność). Przez zmiany konstrukcyjne pieców elektrycznych można usprawnić pracę pieca łukowego o elektrodach węglowych. Ze względu na dużą rozpiętość łuku budowano piece na elektrody grafitowe o dużym stosunku średnicy trzona do głębokości kąpieli stalowej. Coprawda ze stratą z punktu widzenia trwałości ścian bocznych, można pogłębić kąpiel kosztem średnicy pieca i zastosować elektrody węglowe. Dzieki temu łatwiej topi się te części wsadu, które leżą na obwodzie pieca, a skrócenie czasu topienia odbije się korzystniej na całkowitej sprawności pieca, jakkolwiek przedłużenie czasu świeżenia naskutek pogłębienia kąpieli częściowo pomniejsza skutek zmiany budowy pieca.

5 Piec Mávag do podwójnego sposobu wytopu stali[2])

W celu potanienia wytopu stali elektrycznej topi się wsad w piecu martenowskim i wykończa stal w piecu łukowym. Taki podwójny proces pozwala obniżyć koszt stali, gdyż topienie zimnego wsadu w piecu łukowym elektrycznym pochłania zazwyczaj conajmniej 75% ogólnego rozchodu energii. Trudność w prowadzeniu procesu podwójnego polega na konieczności utrzymywania w hali stalowni elektrycznej conajmniej 2 pieców martenowskich pojemności po 10 ton lub jednego 40-tonowego na każdy 10-tonowy piec łukowy. I takie rozwiązanie wyposażenia stalowni nie pozwala na zupełne wykorzystanie pieców do procesu podwójnego ponieważ naprawy wymurowania pieców elektrycznych muszą być przeprowadzane w odstępach czasu 4-rokrotnie krótszych jak reperacje pieców martenowskich. Kierując się zasadą ominięcia podanych trudności skonstruował autor piec martenowski, który po stopieniu stali zamienia się w elektryczny piec łukowy. Piec taki pracuje od r. 1935 w Król. Państw. Węgierskich Fabrykach Żelaza, Stali i Maszyn (Mávag) na hucie w Diósgyörivasgyar. Piec ma pojemność 10 ton i pracuje na gazie czadnicowym z węgla brunatnego jako martenowski piec przechylny, w którym topi się stal (wsad 20 — 40% surówki + złom) i przeprowadza wstępne świeżenie. Po ściągnięciu pierwszego żużla zamyka się dopływ gazu i powietrza. Pierwotnie z dobrym skutkiem ograniczano się do przestawienia zaworów w środkowe położenie i zamknięcia kanałów odzysknic i komina blachami, następnie jednak wprowadzono specjalne zawory, gdyż praca w łuku elektrycznym wymaga atmosfery redukującej lub conajwyżej obojętnej. Po zamknięciu głowic usuwa się z otworów w sklepieniu zatyczki i przez te otwory wprowadza się do pieca elektrody. W czasie pracy na łuku elektrycznym obniża się temperatura odzysknic nie o więcej, jak o 50—100 °*C*. Nowy piec zdał egzamin, wytwarzając w tym samym czasie o ok. 60% stali więcej, jak piec łukowy na wsadzie płynnym. Zużycie prądu pieca łukowego wynosiło na wsadzie stałym średnio 760 *kWh/t*, na płynnym 200 — 250 *kWh/t*, podczas gdy piec Mávag-Weigl zużywał średnio 164 *kWh/t*. Całkowite zużycie paliwa i prądu dochodzi do $1{,}63 \times 10^6$ *kcal/t*, co trzeba uważać za doskonałe w porównaniu ze standartem 10-tonowego pieca martenowskiego w postaci $1{,}6 \times 10^6$ *kcal/t* stali. Zużycie elektrod grafitowych wyniosło zaledwie 2 *kg/t*, podczas gdy w piecu łukowym na płynnym wsadzie 6 *kg/t*. Dalsze korzyści nowego pieca wyrażają się w 25—30% większej trwałości wyprawy ogniotrwałej, jak w piecu łukowym, zmniejszonej mocy elektrycznej, która dzięki uniknięciu topienia łukiem może wynosić 60% mocy pieca łukowego, a przy tym unika się uderzeń na sieć i zyskuje możność tylko ręcznej regulacji elektrod. Jedna instalacja, normalna dla pieca łukowego może obsłużyć 2 piece Mávag-Weigl, gdyż topienie trwa 4—6*h*, a wykończenie stali 1 — 2 *h*. W braku zamówień na stal elektryczną może nowy piec pracować w pełni jako martenowski. Wydłużony kształt trzonu pieca martenowskiego wymagał specjalnego rozwiązania elektrometalurgicznego. Trzon staje się coraz płytszy w miarę zbliżania się do głowic. Piec wyposażono w cztery elektrody, z których 2 cieńsze umieszczono przy głowicach, włączając je na jedną fazę równolegle. W środku pieca umieszczono w 2 elektrody grubsze po jednej na fazę. Wszystkie elektrody leżą w pionowej płaszczyźnie symetrii trzonu. Gaz do opalania pieca zawiera pomimo różnych starań 13 *g* siarki m^3. Pomimo tak dużego nasiarczania wytop nie nastręcza trudności, gdyż powierzchnia trzonu pieca Mávag - Weigl jest znacznie większa od trzona normalnego pieca łukowego takiej pojemności, a to ułatwia odsiarczenie. Huta Diósgyörivasgyar buduje obecnie 20-tonowy piec Mávag - Weigl.

6. O wodzie do zasilania kotłów parowych[1]).

Wraz z rozwojem maszyn poruszanych siłą pary wodnej rozwijała się kwestia znaczenia wody zasilającej kotły ze stanowiska 'gospodarki cieplnej i konserwacji aparatury.

Problemem ulepszania wody zajmowano się b. wiele, ale nie otrzymał on dotąd, wbrew twierdzeniom konstruktorów, radykalnego i faktycznego rozwiązania. Mniej lub więcej szczęśliwe metody empiryczne lub środki naradcze nie usuwały zła, a zamieniały go na inne. Jedynie dokładna znajomość zjawisk chemicznych i fiz.-chemicznych, zachodzących przy procesie odparowywania różnych wód mineralnych pozwala na zrozumienie przyczyn i racjonalne zapobieganie trudnościom.

Wody naturalne są, jak wiadomo, mniej lub więcej rozcieńczonymi roztworami soli mineralnych. Analiza

[1]) *H. Weitzer, Stahl und Eisen, 58 (1928) str. 542/6.*

[2]) *E. v. Weigl, Stahl und Eisen, 58(1938) str. 595/603.*

[1]) *L. Fassina. Chim. et Ind. 37. 440 i 649 (1937)*

chem. nie daje jeszcze pełnej charakterystyki wody zasilającej, która początkowo może nie wykazywać zupełnie własności korodujących, a jednak zastosowana do zasilania kotłów może wywołać silną korozję. Dlatego racjonalne jest poddanie jej próbnemu odparowywaniu w warunkach zbliżonych do technicznych — np. w kociołku Papina, wykonanym w miarę możności z analogicznych materiałów, jakich używa się do budowy kotłów.

Wzrost stężenia soli w odparowywanej wodzie prowadzi do zmniejszenia ich rozpuszczalności i w pewnym momencie do wytrącania osadu w postaci amorficznej lub krystalicznej. Bardzo ważne jest mikroskopowe badanie osadu, które pozwala na stwierdzenie z jakiego rodzaju osadem mamy do czynienia i jakich zaburzeń w funkcjonowaniu kotła można się spodziewać. Początkowo powstający osad, w którym widać dużo romboedrycznych kryształów obok nielicznych długich igieł aragonitu, pozwala przewidzieć dalsze komplikacje związane z tworzeniem się węglanu wapnia. Skupiska skośnych blaszek rombowych są charakterystyczne dla siarczanu wapnia, którego twarde kryształy mają znane zdolności do wytwarzania kamienia kotłowego. Sole magnezu wytrącają się w formie bezpostaciowej — wodorotlenku powstającego z kwaśnego węglanu na początku, — siarczanu dopiero po dalszym odparowaniu. Chlorek sodu wytrąca się w postaci regularnych sześcianów i oktaedrów.

Bezpośrednio szkodliwa jest obecność węglanu i siarczanu wapnia, które tworzą kamień kotłowy. Amorficzny osad wodorotlenku magnezu zwiększa tylko ilość początkowo wytwarzającego się szlamu, ale sam kamienia nie tworzy, a nawet może grać rolę chwilowej powłoki chroniącej metal przed działaniem małych ilości innych soli strąconych. Siarczan magnezu, choć bezpośrednio nieszkodliwy, wytrącony w dużych stężeniach obok chlorku sodu, po oziębieniu reaguje z nim, dając chlorek magnezu, rozkładający się przy ogrzewaniu już w 110° *C*. Powstający tą drogą kwas solny działa na metale silnie nagryzająco. Analogicznie zupełnie nieszkodliwe, dobrze rozpuszczalne sole, jak chlorek wapnia i siarczan sodu, przy wzroście stężenia wytwarzają b. niebezpieczny dla pracy kotła kamień gipsowy. Niepożądana jest też obecność krzemionki, która reaguje z węglanem wapnia, powodując wytwarzanie nagryzającego CO_2 i twardego, silnie inkrustującego krzemianu wapnia. Także chlorek sodu reaguje z krzemionką, uwalniając analogicznie jak w obecności soli magnezu chlorowodór.

Bezpośrednim zjawiskiem przy odparowywaniu wody mineralnej, zawierającej kwaśne węglany jest ich dysocjacja z wytworzeniem węglanów obojętnych. Wytrącający się szlam o własnościach nagryzających może zupełnie sparaliżować funkcjonowanie maszyny przez zatykanie przewodów, zamulanie dolnych części aparatury i nienormalną pracę metalu, narażonego na silniejsze działanie ciepła. Z innymi trudnościami związana jest dysocjacja rozkładowa kwaśnych węglanów. Gwałtownie uwalniający się CO_3 może powodować niebezpieczne przerzucanie wody do przewodów i cylindrów maszyn. Podobne zjawisko może zajść przy dużym zatężeniu wody, której gęstość i masa może stawiać taki opór rozkładowi soli, że dopiero specjalne podegrzanie wywoła spóźnioną dysocjację, przybierającą często charakter wybuchowy.

Dla ułatwienia działania instalacyj odparowujących należy unikać tego zjawiska nie dochodząc do zbyt wielkich zatężeń przez doprowadzanie świeżej wody w odpowiednim momencie lub usuwanie odparowanej i zastępowanie jej świeżą. Nie jest to jednak metoda ekonomiczna ze stanowiska gospodarki cieplnej: wodę gorącą (110° — 140°) zastępuje zimna (ok. 15°), a poza tym przewodzenie termiczne stężonego roztworu soli jest znacznie lepsze niż świeżej wody, będącej roztworem b. rozcieńczonym. Złe przewodzenie utrudnia również przechodzenie pęcherzyków pary przez masę wody i aby opór ten pokonać potrzeba pewnego przegrzania; para przebija się wtedy przez wodę wybuchowo i powoduje podrzucanie całej masy.

Widać więc, że woda do zasilania kotłów powinna zawierać sole rozpuszczone, których jony, analogicznie jak elektryczność, przewodzą ciepło i warunkują dobre wykorzystanie wytworzonych kaloryj, co ma specjalnie duże znaczenie dla kotłów parowozowych. Sole te jednak nie mogą ulegać dysocjacji rozkładowej w warunkach pracy kotła, wszystkie więc sole ziem alkalicznych muszą być usunięte lub przeprowadzone w odporne sole sodowe, z których np. chlorek ma specjalną zdolność przewodzenia ciepła (nieco słabszą siarczan sodu).

Stąd w technice nie należy usuwać całkowicie soli ziem alkalicznych np. glinianem baru, a przeprowadzać je w sodowe najlepiej przez działanie wapna i sody.

Jednak w porównaniu z wodami naturalnymi, wody oczyszczane mają też pewne złe strony, a mianowicie przewodnictwo cieplne jednakowo stężonych roztworów soli alkaliów jest gorsze niż soli ziem alkalicznych, a poza tym alkaliczna woda oczyszczona bardziej działa na metale niż woda naturalna. Alkaliczność wody oczyszczanej jest wynikiem użycia pewnego nadmiaru odczynników oczyszczających, czego nie da się w praktyce uniknąć. Ponieważ wapno nie może istnieć w wodnym roztworze shydrolizowanej sody, zawsze wytwarza się ług sodowy i węglan wapnia. Ług sodowy już w 100° *C* b. znacznie rozpuszcza metale, jak cynk, miedź, żelazo, a ponieważ specjalnie silnie działa na cynk, zastosowanie mosiężnych części aparatury jest niedopuszczalne. Resztki rozpuszczonego węglanu wapnia i wodorotlenku magnezu, które pozostają w oczyszczanej wodzie, prowadzą do poważnych komplikacyj W wysokich temperaturach przy pewnym stężeniu w obecności ługu sodowego z węglanu wapnia powstaje soda i wodorotlenek wapniowy, który reaguje z siarczanem sodu dając gips. W wyniku tego cała ilość węglanu wapnia przechodzi w siarczan, który, szczególnie zmieszany z krzemionką, wytwarza b. twardy kamień. Wodorotlenek magnezu reaguje natomiast z chlorkiem sodu wytwarzając nagryzający kwas solny. Ponieważ w cyklu reakcyj wodorotlenek magnezu regeneruje się, nawet minimalne jego ilości mogą przeprowadzić w kwas całą ilość chlorku sodowego, którego w oczyszczonej wodzie jest więcej niż w naturalnej.

Alkaliczność wody w miarę odparowywania wzrasta i kiedy następuje równowaga prężności osmotycznej roztworu z ciśnieniem wytwarzających się pęcherzyków pary, następuje przegrzanie cieczy, która może zostać przerzucona do maszyn parowych. Zjawisko to, omawiane przy odparowywaniu wód naturalnych, zachodzi jednak częściej przy alkalicznych wodach oczyszczanych.

Trudności występujące przy odparowywaniu alkalicznych wód oczyszczanych wykazują, że racjonalnie

oczyszczona woda nie może zawierać zupełnie wolnych alkalii i nawet śladów soli ziem alkalicznych. Pierwszy warunek osiąga się przez ścisłe zobojętnianie wody odsączonej po oczyszczeniu wapnem i sodą. Co do ilościowego usuwania soli magnezu i wapnia nie zdecydowano jeszcze ostatecznie, czy lepsze są zeolity czy glinian sodu. W każdym wypadku praca wymaga dodatkowej czynności, nie usuwa konieczności zobojętniania alkalii, pociąga za sobą zużycie stosunkowo drogich środków oczyszczających i wymaga albo specjalnej aparatury, albo ponownego sączenia.

Działanie zeolitu ($Na_2(Z)$) wygląda w schemacie:

$$Na_2\,(Z) + Mg\,(OH)_2 = Mg\,(Z) + 2\,NaOH$$
$$Na_2\,(Z) + Ca\,CO_3 = Ca\,(Z) + Na_2\,CO_3$$

Wytwarzający się ług i soda zwiększają alkaliczność i zobojętnianie wody jest konieczne. Technicznie woda w postaci deszczu spada na ziarna zeolitu umieszczonego w osobnym naczyniu, reaguje i nie zanieczyszczając się solami magnezu i wapnia przechodzi dalej. To b. wygodna i dobra metoda, ale pociąga za sobą duży koszt odczynnika.

Oczyszczanie glinianem sodu polega na powstawaniu shydrolizowanego ługu sodowego w obecności $Al_2\,(OH)_6$. Ponieważ

$$(Na_2Al_2\,O_4 + 4\,HOH \rightarrow Al_2\,(OH)_6 + 2\,NaOH)$$

wzrasta stężenie jonów OH^-, rozpuszczalność wodorotlenku magnezu maleje i wytrącony pokrywa się ochronną warstwą wodorotlenku glinowego. Rozpuszczony węglan wapnia pozostaje jednak w wodzie obok powstałego ługu sodowego i przy zobojętnieniu w obecności $Al_2(OH)_6$ powstaje szlam, wymagający ponownej dekantacji, która jest tym bardziej potrzebna, ponieważ przemysłowy glinian sodu jest zanieczyszczony wodorotlenkiem i węglanem sodu, powiększa więc ilość szlamu.

Ostateczne oczyszczanie naturalnymi zeolitami jest dokładniejsze i lepsze niż syntetycznymi i glinianem sodu, ale b. kosztowne, dlatego w technice jeszcze nie stosowane. Są to ostatnie postępy w dziedzinie oczyszczania wody zasilającej kotły, naogół jednak techniczne zastosowanie niemal wyłączne uzyskała metoda pracy wapnem i sodą, których nadmiar alkalizuje wodę prawie wykluczając rozpuszczalność $CaCO_3$ $Mg\,(OH)_2$. Po dekantacji wodę zobojętnia się dokładnie.

Wanda Szamborska, inż.

7. Kocioł Schmidt-Hartmann w ruchu[1]).

Spośród kotłów wysokoprężnych, wykonanych w Niemczech, znajduje szerokie zastosowanie kocioł Schmidt-Hartmann. — Należy on do kotłów specjalnych, ponieważ posiada między paleniskiem a właściwym kotłem ruchowym t. z. ogrzewczy kocioł z zamkniętym obiegiem. — Celem osiągnięcia dostatecznego spadku temperatury pracuje kocioł ogrzewczy normalnie pod ciśnieniem o 30—50 *atn* wyższym aniżeli kocioł ruchowy. — Ta różnica ciśnień jest zależna od wydajności kotła; przy równych ciśnieniach w obydwu systemach kocioł nie wytwarza pary. — Manometr kotła ogrzewczego może więc służyć jako miernik ilości wytworzonej pary, co też bywa stosowane w praktyce. Różnica ciśnień zmienia się jednak również w zależności od stopnia zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnej kotła ogrzewczego. N. p. w kotle o wydajności 15 *ton/h*, ciśn. 100 *atn*, spadł skutek wytworzenia się kamienia kotłowego o grubości 1 *mm* współczynnik przechodzenia ciepła o $^1/_3$ pierwotnej wartości przy czystej powierzchni ogrzewalnej. Jednakowoż przez należyte zmiękczanie wody zasilającej zdołano utrzymać dostateczną czystość powierzchni ogrzewalnych w czasie 20.000 godzin ruchu.

Kwestia ochrony opłomek przed tworzeniem się kamienia kotłowego, będąca dawniej głównym argumentem, przemawiającym za konstrukcją kotłów Schmidt-Hartmann, jest dziś praktycznie bez znaczenia w zakładach, posiadających dobrze pracujące urządzenia do zmiękczania wody zasilającej. Natomiast okazało się, że kotły te cechuje inna, dla ruchu ważna zaleta. W nowoczesnych kotłach wysokoprężnych powstała nowa trudność, a mianowicie nadmierne porywanie cząstek wody przez parę. Przy dużym obciążeniu powierzchni wyparowania i przestrzeni parowej porwane cząstki wody nie mogą się w zupełności oddzielić od pary zwłaszcza przy wysokim ciśnieniu. Woda porwana przez parę wyparowuje w przegrzewaczu, częściowo zaś w turbinie, powodując trudności w ruchu nawet wtedy, gdy ilość soli w kondensacie pary wynosi zaledwie 10 *mg/l*. Tej trudności nie udało się dotychczas usunąć, ani przez należyte zmiękczanie wody, ani przez odpowiednią konstrukcję kotłów. Na tym właśnie polu wykazał kocioł S-H swe cenne właściwości. Pomiary dokonane na wielu kotłach tego typu wykazały czystość wody, uważaną dotychczas za nieosiągalną. Para wytworzona z wody o gęstości 3^0 *Bé*, a więc zawierającej 30.000 *mg/l* soli, wykazała zaledwie 2—3 *mg/l* soli, co odpowiada wilgotności 0,01—0,03 %. Przyczyną tego zjawiska jest to, że wytwarzana równomiernie w całej przestrzeni wodnej para odbyć musi tylko krótką drogę od miejsca powstania do powierzchni wody.

Zawartość soli mierzono trzema sposobami:

1. Metodą chemicznie-analityczną na zasadzie porównania zawartości chloru w wodzie kotłowej i w parze.
2. Metodą przewodnictwa elektrycznego.
3. Metodą ważenia suchej pozostałości kondensatu pary. (W tym celu odparowano 5—10 litrów kondensatu).

Za dalszą zaletę kotła S-H uważać można okoliczność, że poziom wody w kotle znacznie mniej zależy od obciążenia kotła, aniżeli ma to miejsce w innych kotłach, a szczególnie przy nagłych zmianach obciążenia. Również i ten korzystny objaw ma swe uzasadnienie w specjalnym sposobie wytwarzania pary, przy którym przestrzeń wodna kotła ruchowego zawiera — nawet przy dużym obciążeniu kotła — stosunkowo małą ilość baniek pary. Mało zmieniający sie poziom wody ułatwia w dużej mierze pracę regulatorom ilości wody zasilającej. W siłowniach I. G. Farbenindustrie w Bitterfeld wybudowano w latach 1935—1937 10 kotłów S-H o ciśnieniu 103 *atn* w kotle ruchowym, 150—160 *atn* w kotle ogrzewczym oraz o wydajności około 40 *ton/h* kocioł.

Tabela 1. podaje dane charakterystyczne tych kotłów. Porównanie kotłów S-H z normalnymi wskazuje, że nie zajmują one więcej miejsca od innych nowoczesnych kotłów.

[1]) *Z. V. D. I., 1939, Nr 2, str. 45—52, W. Quack i F. Kaissling*

Tabela 1.

	Kocioł 1, 2, 3, 4, 5, 6	Kocioł 7, 8, 9, 10
Optymalna i największa wydajność kotła *ton/godz*	35,2/41,6	41/48,5
Temperatura pary ^0C	480	500
Powierzchnie ogrzewalne (od strony spalin):		
Kocioł m^2	236	370
Przegrzewacz m^2	380	430
Przegrzewacz międzystopniowy m^2	220	—
Podgrzewacz wody zasil. m^2	2160	2160
Razem m^2	2996	2960
Podgrzewacz powietrza (5 kotłów: Ljungström, 5 kotłów: żeliwne z rur żeberkowych m^2	1985	2000
Pow. ogrz. kotła ogrzewczego m^2	170	190
Powierzchnia rusztu m^2	30	30

Kotły ogrzewcze są w ruchu prawie absolutnie szczelne; po kilku tygodniach ruchu uzupełniono ich zawartość wodną jedynie paruset litrami wody.

Ruch tych kotłów odznacza się dużą prostotą i pewnością, a sposób ich nadzorowania nie różni się od normalnego.

W szczególnych wypadkach, jak w chwilowych trudnościach zasilania, pęknięcia rur parowych lub wodnych wykazuje S-H kocioł większe bezpieczeństwo niż kotły normalne. Pod względem zapotrzebowania żelaza dla konstrukcji różni się tylko nieznacznie od kotłów normalnych. *R. O.*

8. Spożycie prądu w Rzeszy Niemieckiej w 1938 r.[1])

Stosunkowo długie terminy budowy nowych elektrowni pozwalały przewidywać, że wzrost zapotrzebowania prądu będzie musiał być pokryty przez istniejące zespoły produkcyjne. W r. 1937 wzrost zapotrzebowania energii został bez trudu pokryty dzięki lepszemu wyzyskaniu istniejących rezerw mocy zainstalowanej. Na początku bowiem 1937 r. za pomocą łączenia i rozbudowy sieci przesyłowej można było wyzyskać posiadane rezerwy instalacyjne. Sprawozdanie RWE z tego roku stwierdza jednak, że ku końcowi okresu sprawozdawczego istniejące rezerwy nieomal całkowicie wyzyskane zostały. Ogłaszana przez grupę gospodarki elektrycznej Rzeszy statystyka obejmuje 69 przedsiębiorstw i dowodzi, że w ciągu 1938 r. coraz silniej odczuwać się dawał brak rezerw produkcyjnych. Wobec ogólnej mocy zainstalowanej 7 887 *mio kW*, nowych instalacji przybyło zaledwie na 246000 *kW*, co stanowi zaledwie 3,3 % podczas gdy produkcja poszczególnych elektrowni wzrosła przeciętnio o 11,8 %. Czas wyzyskania poszczególnych zakładów podniósł się do 3460 godzin, co w stosunku do 1937 r. stanowi 8,5 % wzrostu. Istotny czas maksymalnego wyzyskania zakładów czynnych w 1938 r. był właściwie nawet większy od przeciętnego, gdyż większość nowych elektrowni uruchomiona została w ostatnich miesiącach tego roku. Nie jest również wykluczone, że pomimo lepszego wyzyskania posiadanych rezerw ogólna sprawność gospodarki elektrycznej uległa pewnemu pogorszeniu.

[1]) *Frankf. Ztg., 19. I. 1939, Nr. 34/5.*

Zakłady bowiem wodne — w których koszty ruchu są prawie niezależne od udziału w produkcji — uczestniczyły w pokryciu zapotrzebowania w 13,4 % (zamiast 15,25 % w r. 1937). Konieczność uruchomienia starych instalacji, które nie mogły pracować ekonomicznie, musiała się przyczynić do zwiększenia kosztów ruchu. Łączna produkcja zakładów cieplnych wzrosła do 23,53 *mld kWh* (zamiast 20,67 *mld kWh* w 1937 r.), czyli o 13,85 %.

Produkcja zakładów wodnych pozostawała prawie bez zmiany i wynosiła 3,73 *mld kWh* (3,72 *mld kWh* w 1937 r.) ponieważ możliwości produkcyjne tych zakładów zostały całkowicie już w r. 1937 wyzyskane, nowych zaś instalacji wodnych nie było. Stosunek produkcji zakładów cieplnych do zakładów wodnych będzie się w przyszłości w dalszym ciągu przesuwał na dobro zakładów cieplnych, ponieważ budowle wodne wymagają do swego wykończenia znacznie więcej czasu, niż znajdujące się w budowie zakłady cieplne. O wzroście zdolności produkcyjnych sądzić można na podstawie ogłoszonego niedawno sprawozdania technicznego AEG. Zakłady te w końcu 1938 r. posiadały krajowych zamówień na turbiny parowe na 1,5 *mio kW* Przy przeciętnym czasie użytkowania tych nowych instalacji 3500 godzin odpowiada to produkcji 5,25 *mld kWh* w stosunku rocznym. Sprawozdanie elektrycznej grupy gospodarczej z 1938 r. stwierdza niejakie zwolnienie tempa rozwojowego. Podukcja 1938 r. wynosiła 27,27 *mld kWh* wobec 24,4 *mlg kWh* w 1937 r. Wzrost stanowił zatem 11,8 %, zamiast 19,7 % w 1937 r. i 13,7% 1936 r. Stwierdzony w r. 1937 silny wzrost produkcji tłómaczy się uruchomieniem w tym roku licznych zakładów przemysłowych pobierających prąd z zewnątrz. Liczby wyżej podane chociaż nie obejmują całokształtu produkcji i spożycia uważać można jednak za miarodajne dla całości.

9. Program produkcji benzyny syntetycznej w Francji[1]).

Program pierwotny przewidywał powstanie czterech wytwórni o łącznej produkcji 230 000 *t* benzyny lotniczej o wysokiej liczbie oktanowej. Pierwsza z tych wytwórni usytuowana w Donges o produkcji 70 000 *t* benzyny przetwarzać miała ropę naftową metodą opracowaną przez Państwowy Zakład Badawczy. Druga — usytuowana w Pouilhac, o produkcji 100 000 *t* — obliczona była na przerób ropy metodami amerykańskimi, trzecia w Martingues (torfowiska Berre), o wydajności 30 000 *t* stosować miała wypróbowaną w Liévin metodę do przerobu węgla brunatnego z Gordannes, albo ropy i czwarta wreszcie — o produkcji 30 000 *t* — przerabiać miała węgiel kamienny metodą stosowaną w Decaseville. Poza wytwórnią w Pouilhac miały to być przedsiębiorstwa mieszane, powołane do wzmożenia produkcji zakładów pionierskich w Bethune i Liévin, obsługujących lotnictwo wojskowe. Gwarancje państwowe miały dochodzić do 1,4 *mld* f. fr. Suma ta nie znalazła jednak pokrycia budżetowego. Zrealizowana przeto a ograniczona do 400 *mio* f. fr. gwarancja państwowa zdaje się dowodzić, że pierwotny program uległ redukcji i że na razie przynajmniej powstanie jedynie zakład w Donges. Wydaje się również, że wykluczona jest na razie organizacja przedsiębiorstw mieszanych. Powstanie przedsiębiorstwo czysto prywatne, co ułatwi finansowanie go przez Skarb Państwa.

[1]) *Frankf. Ztg. 8.II.1939, Nr 71/2.*

10. Malowanie, hamujące odpływ ciepła [2])

W przeciwieństwie do konwekcji, oddawanie ciepła przez promieniowanie jest w dużej mierze zależne od rodzaju promieniującej powierzchni. Można zatem przez pomalowanie powierzchni określoną farbą zwiększyć wypromieniowanie ciepła lub też zmniejszyć je. To samo odnosi się do absorbcji.

Według teoretycznych rozważań ciepło wypromieniowane przez powierzchnię absolutnie czarną wg prawa Stephana-Boltzmanna wynosi:

$$q' \, pr = C_s \left(\frac{T}{100}\right)^4 \; kal/m^2h \quad \ldots\ldots (1)$$

gdzie C_s jest współczynnikiem promieniowania powierzchni absolutnie czarnej; wynosi on 4,96 i nie zależy od temperatury (T). Powierzchnia taka ma największą zdolność emisji ciepła ze wszystkich powierzchni o danej temperaturze T i pochłania całkowicie promienie na nią padające. Spółczynnik absorbcji dla takiej powierzchni $A_s = 1$. Gdy czarna powierzchnia znajduje się w przestrzeni otoczonej zewsząd ścianami o temperaturze absolutnej T_0, wówczas otrzymuje ona energię promieniowania w ilości

$$q'' \, pr = C_s \left(\frac{T_o}{100}\right)^4 \; kal/m^2h \quad \ldots\ldots (2)$$

którą całkowicie pochłania. Jest to słuszne w wypadku gdy czarna powierzchnia nie posiada wklęsłości i jest niewielka w porównaniu z ogólną powierzchnią otaczających ścian. Strata promieniowania powierzchni czarnej wynosi wg wzorów 1 i 2:

$$q \, pr. = q' \, pr. - q'' \, pr. = C_s \left\{\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o}{100}\right)^4\right\} kal/m^2h \quad (3)$$

Powierzchnia absolutnie czarna w naturze nie istnieje. Dla powierzchni istniejących spółczynnik absorbcji jest zawsze mniejszy od 1, zaś emisja zawsze mniejsza od 4,96; wg prawa Kirchoffa związek między wartościami A i C wyraża się w sposób następujący:

$$C = AC_s \text{ lub } C = 4{,}96 \; A$$

Istniejące w naturze powierzchnie pochłaniają tylko część dochodzącej do nich energji promieniowania, a resztę odbijają. Ciało, którego pow. posiada spółczynnik promieniowania C mniejszy od C_s, przyczem C nie zależy od temperatury T tej powierzchni, nazywamy ciałem szarym. Dla szarej powierzchni wymiana ciepła z otoczeniem określa się wzorem następującym:

$$q \, pr. = AC_s \left\{\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o}{100}\right)^4\right\} = C\left(\frac{T}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_o}{100}\right)^4\Big\} kal/m^2h \quad (3a)$$

Zatem dla niskich wartości C strata promieniowania jest niewielka. W praktyce równanie powyższe można stosować w wypadku, gdy temperatury T i T_o nie różnią się znacznie od siebie, np. dla określenia wypromieniowania ciepła przez otulone lub nieotulone przewody parowe, kotły, grzejniki itd., a także dla określenia straty ciepła przez budynki podczas godzin nocnych. W wyżej wymienionych wypadkach ciała te mają stosunkowo niską temperaturę, tak, że energia jest emitowana przez nie w zakresie długich fal. W wypadku, gdy temperatura jest wysoka ($T = 1500^0$), zatem w zakresie fal krótkich, współczynnik promieniowania może mieć inną wartość, tak samo współczynnik absorbcji może się zmieniać w wypadku opromieniowania przez źródło o różnych temperaturach.

Dla szarej powierzchni, zachowującej się wg praw Kirchoffa i Lamberta, energia wypromieniowana przy temperaturze T jest równa.

$$E = C\left(\frac{T}{100}\right)^4 = AC_s \left(\frac{T}{100}\right)^4 = AE_s \; kal/m^2 h \quad \ldots (4)$$

i stanowi zawsze tę samą część energii wypromieniowanej przez powierzchnię czarną, znajdującą się w tych samych warunkach. W praktyce przyjmuje się, że to obliczenie jest słuszne dla spotykanych w technice powierzchni w założeniu, że wahania spółczynnika absorbcji A występujące przy różnych temperaturach mogą być pominięte. Jednak przy niektórych materiałach różnice są tak wielkie, że nie można przeprowadzać obliczeń przy stałej wartości A, np. szkło przepuszcza promienie widzialne, zatem o krótkich falach, a silnie absorbuje promieniowanie cieplne — o falach długich. Wyniki badań pochłaniania przez szybę szklaną ciepła wypromieniowanego przez grzejnik o temperaturze powierzchniowej 70^0, wykazały, że szyba jest tak samo nieprzenikliwą dla promieni o falach długich jak blacha żelazna. Szyby nadają się do zastosowania w cieplarni, gdyż przepuszczają dobrze ciepło słoneczne do wnętrza, hamując jednocześnie odpływ ciepła na zewnątrz.

Wartości spółczynników C i A przy malowaniu różnymi farbami i źródle ciepła o temperaturze 70^0 wyrażają się następującymi wielkościami:

Czarna farba $C = 4{,}8$, $A = 0{,}966$
biała farba do grzejników $C = 4{,}6$, $A = 0{,}93$
zielona farba aluminiowa $C = 3{,}7$, $A = 0{,}75$
inne farby aluminiowe (Dixid A) $C = 1{,}8$, $A = 0{,}36$

Na to, że kolor malowania na absorbcję i emisję przy długich falach wywiera mały wpływ, wskazuje następujące zestawienie:

zielona farba do grzejników:	$C = 4{,}5$	$A = 0{,}9$
bronzowa farba „	$C = 4{,}55$	$A = 0{,}92$
szara farba „	$C = 4{,}6$	$A = 0{,}93$
czarna farba błyszcząca	$C = 4{,}56$	$A = 0{,}92$

Biała farba wykazuje wobec promieni świetlnych małą zdolność absorbcji, zaś silnie pochłania promieniowanie długofalowe; zachowuje się w tym wypadku jak farba czarna. Biała farba hamuje promienie słoneczne — lepiej niż farba aluminiowa, a dla osłabienia promieniowania powierzchni o niskich temperaturach jak np. otulone przewody parowe lub wodne — jest niecelowe; w tym wypadku należy użyć farby aluminiowej. Dla grzejników nadaje się biała farba, gdyż nie osłabia wypromieniowania ciepła, jak to ma miejsce przy malowaniu grzejników farbą aluminiową.

Z powyższych wywodów wynika, że dla obiektów, które należy ochronić przed promieniowaniem słonecznym, należy stosować białą farbę, wapno i t. p. Dla zmniejszenia strat cieplnych przewodów parowych i wody gorącej, należy powierzchnię izolacji przewodów pomalować farbą aluminiową. Tą drogą zmniejszy się przy tym rozmiar promieniowania na osoby, zatrudnione w kotłowni.

Malując w pomieszczeniach, posiadających temp. powyżej 30^0 ściany farbą aluminiową, można w nich umożliwić przebywanie. W takim wypadku termometr rtęciowy, nie jest miarodajny, należy posługiwać się termometrem prof. Missenarda, określającym temperatury efektywne.

[2]) *Gesundheits — Ingenieur zeszyt 18, rok 1938. Art. A. J. ter Linden, Delft.*

Folium aluminiowe jest doskonałą izolacją zarówno przeciw promieniowaniu słonecznemu jak i wszelkiemu promieniowaniu długofalowemu. Mniejszy współczynnik absorbcji folium w stosunku do blach aluminiowych jest przypisywany mniej lub więcej błyszczącej jego powierzchni.

O ile z jednej strony stosowanie farby aluminiowej jest zbyt mało rozpowszechnione, to z drugiej strony bywa ono często niewłaściwie stosowane, np. do malowania ciał, które powinny ciepło wypromieniować, jak np. grzejniki centralnego ogrzewania. Stosownie do formy grzejników farba ta zmniejsza wypromieniowanie o 10 do 20%.

Duże zmniejszenie ma miejsce przy grzejnikach stalowych.

Natomiast dla grzejników żeliwnych 4-ro i 5-cio słupkowych, przy których oddawanie ciepła głównie zachodzi na drodze konwekcji, zmniejszenie ich wydajności jest nieznaczne.

Jeżeli z jakichkolwiek powodów np. estetycznych konieczne jest pomalowanie grzejników farbą aluminiową, wówczas ich powierzchnię należy odpowiednio zwiększyć.

W wielu wypadkach jest to jednak pomijane, co ma ten skutek, że ogrzewanie w czasie silnych mrozów jest niedostateczne.

Kołodziejczyk

II. Do sprawy oddymiania i odpylania zakładów przemysłowych.

Badania lat ostatnich nad skutkami zadymiania i zapylania przez zakłady przemysłowe i budynki mieszkalne, przeprowadzone przez hygienistów i techników francuskich pozwoliły na ustalenie trzech kategorii zapylania:

a) pył trujący, b) pył krzemowy, c) pył nie trujący i nie krzemowy.

Pierwsza kategoria pyłu powstaje w warsztatach przemysłowych, używających przy produkcji mangan, rtęć, miedź, ołów, arszenik itp.

Do kategorii drugiej należą pyły, które wywołują choroby określone mianem fibrozy lub silikozy, antrakozy, siderozy i pneumoconiozy, jako rezultaty wdychania pyłu krzemowego, węglowego i żelaznego.

Wdychanie przez dłuższy czas pyłu krzemowego o średnicy 0,4 — 6 mikronów powoduje po 10—25 latach pracy t. zw. pneumoconiozę, chorobę, która się zazwyczaj kończy gruźlicą płuc i śmiercią.

Do trzeciej kategorii należą pyły nie powodujące poważniejszych zachorzeń, a tylko wywołujące stan podrażnienia oskrzelowego.

Po za miejscowymi aparatami przy warsztatach, których zadaniem jest łapanie i akkumulowanie powyższego pyłu czy w drodze specjalnej wentylacji odsysającej, czy też komór dla osadzania pyłu w drodze zmiany szybkości (od 0,30 do 0,60 m/s.) t. zw. dekanterów, najważniejszym czynnikiem profilaktycznym jest dobre przewietrzanie hal warsztatowych.

Przewietrzanie to odbywa się za pomocą dopływu powietrza świeżego lub częściowo cyrkulacyjnego, ale pod warunkiem bezwzględnego przejścia przez filtry wodne, olejne ew. odśrodkowe. Dlatego też ogrzewanie hal warsztatowych za pomocą aparatów paro-powietrznych miejscowych, które nagrzewają zapylone powietrze, stopień zapylenia którego stale wzrasta — nie powinno być dopuszczone, jako wybitnie szkodliwe dla zdrowia pracujących.

Nawiązując kwestję powyższą do sprawy zharmonizowania stacji cieplnych i siłowych (p. ostatni zeszyt T. C) należy podkreślić:

a) Oddymianie jest konieczne, gdyż po za usunięciem dymu otrzymujemy lepsze warunki zdrowotne i poważne oszczędności, bo dochodzące do 20 — 30% w użyciu paliwa.

b) Odpylanie przy instalacjach zharmonizowanych stacji cieplnych i siłowych odbywa się również w drodze oszczędności na cieple i sile motorycznej oraz na wydatkach Opieki Społecznej, zachowując pracujących w zdrowiu bez narażania na ciężkie zachorzenia, kalectwo i przedwczesną śmierć.

Inż. St. Korsak